

Radon Exposition - dosimetrische und biologische Untersuchungen zur Einschätzung von Risiko und therapeutischem Effekt

Dr. Andreas Maier

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

02NUK050

Risiko

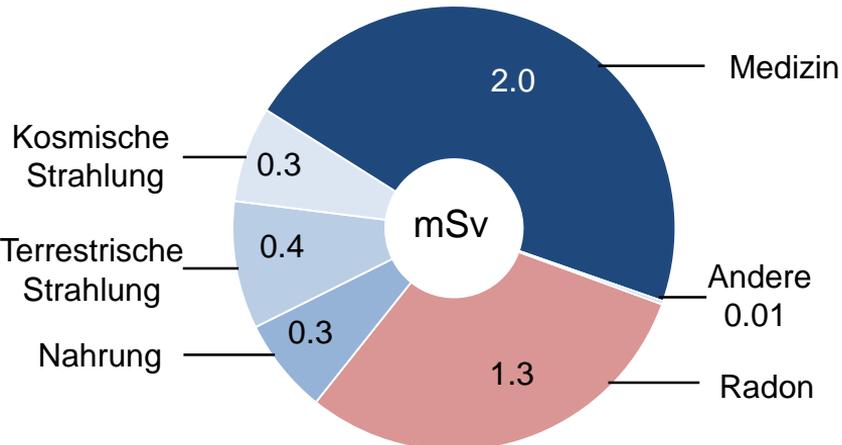
- Etwa $\frac{1}{4}$ der jährlichen Strahlenbelastung in Deutschland
- Zweithäufigste Ursache für die Induktion von Lungenkrebs

Radon



Therapie

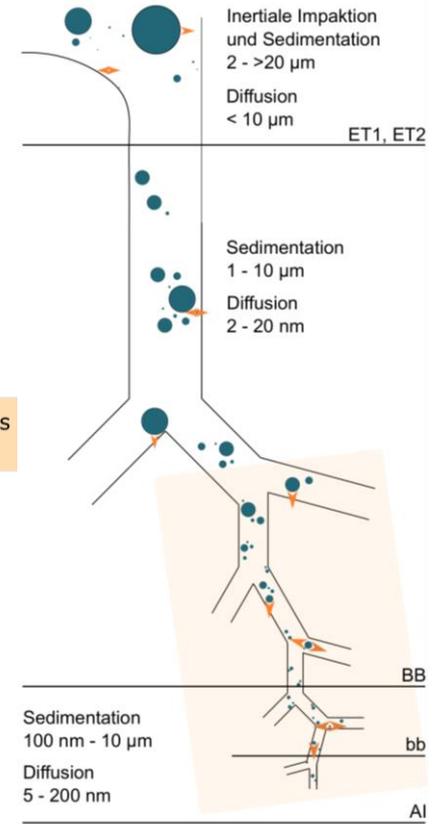
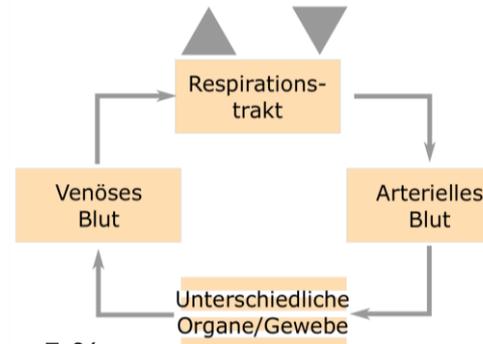
- Behandlung entzündlicher Erkrankungen (Rheumatoide Arthritis, Psoriasis,...)
- Gesteigerte Mobilität tritt nach 3-4 Wochen auf und hält 6-12 Monate an



- Wirkungsmechanismus: Stimulation des Immunsystems, Details unbekannt
- Unzureichende Datenlage
 - Wenige klinische Studien
 - Viele Modelle zur Dosisabschätzung, wenig tatsächliche Messungen
 - Wenig verlässliche Daten, teils geringe Übertragbarkeit auf den Menschen

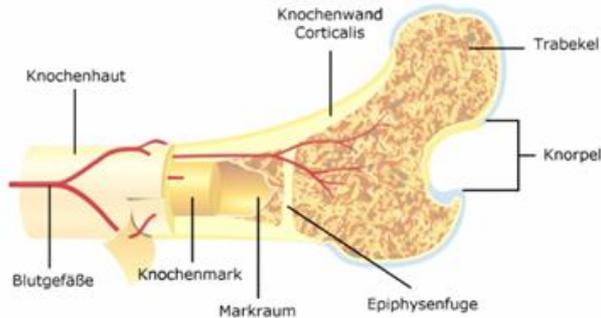
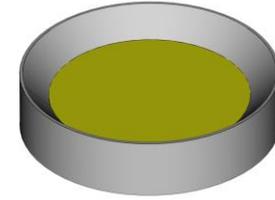
Inkorporation von Radon und Folgeprodukten

- Hochgeladene Zerfallsprodukte heften sich innerhalb von 1-100 s an Aerosole
- Adsorption der Zerfallsprodukte im Respirationstrakt
- Etwa 1 % des inhaliierten Rn-222 wird ins Blut aufgenommen und im Körper verteilt
- Simulation der ICRP:
 - Zerfallsprodukte machen >95 % der Dosis aus, Radon <5 %
 - Lungenäquivalentdosis >95 % der effektiven Dosis
- Wie verteilt sich Radon im Körper?



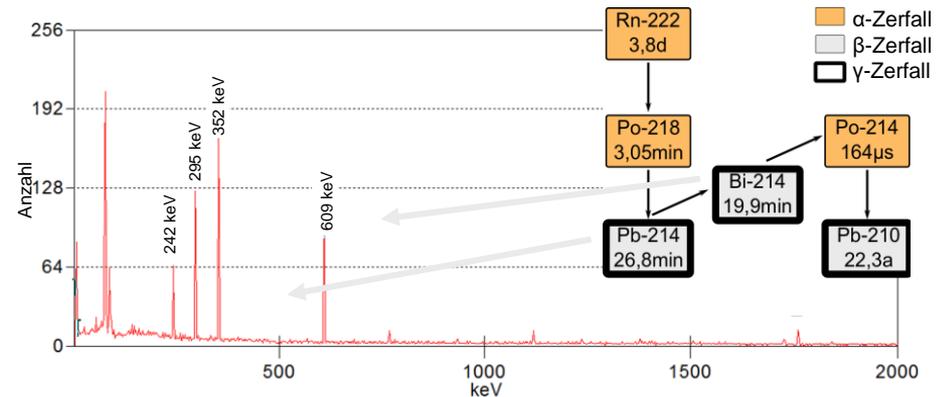
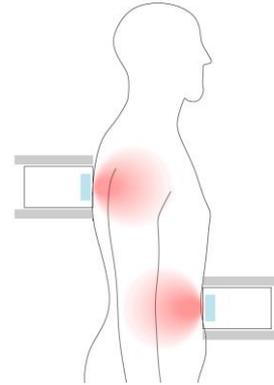
Radonlöslichkeit in verschiedenen Geweben

- Hohe Löslichkeit von Radon in Fettsäuren
70x > in Ölsäure als isotoner Kochsalzlösung (Sanjon 2019)
- Geringe Löslichkeit in Muskel und Knochen
- Höchste Löslichkeit in Knochenmark und Fettgewebe
→ Zielgewebe

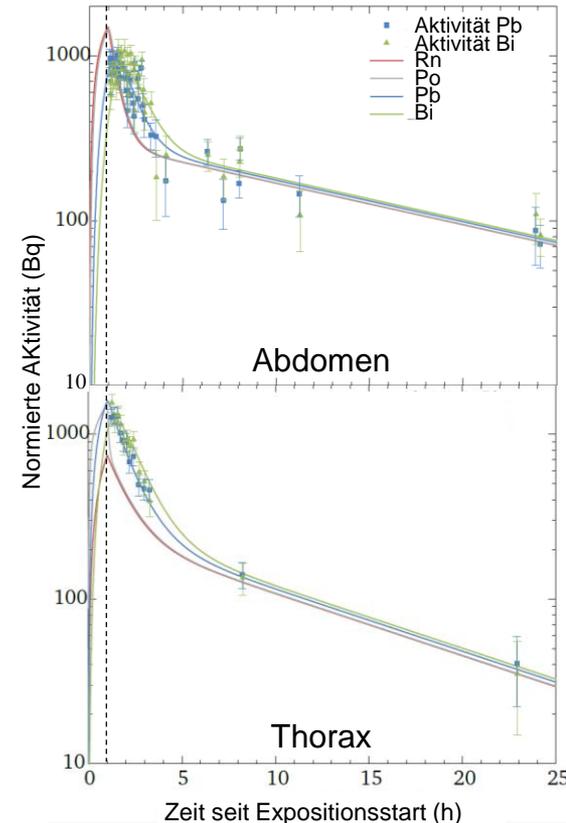


Aktivitätsmessungen an einem Probanden (Papenfuß et al. 2022)

- Exposition eines freiwilligen Probanden im Heilstollen Bad Kreuznach
 - Radonaktivitätskonzentration $27-77 \frac{kBq}{m^3}$
 - Expositionszeit: 1 h
 - aktive Filterung der Zerfallsprodukte
- Messungen an Abdomen und Thorax
- Aufnahme von γ -Spektren zu verschiedenen Zeitpunkten nach Exposition
- Bestimmung des zeitlichen Aktivitätsverlaufs



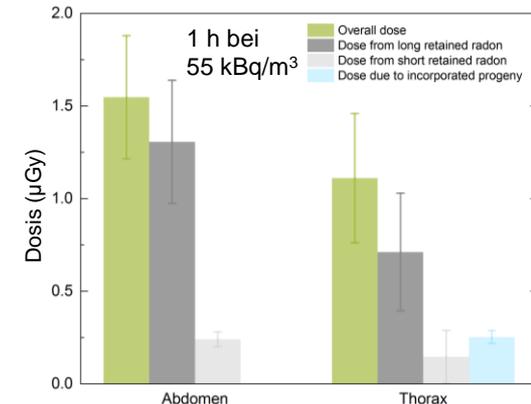
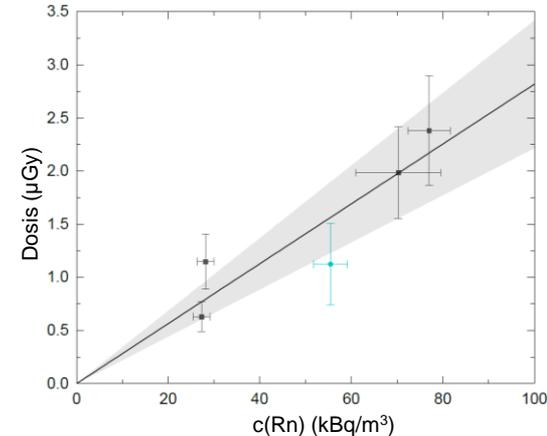
- Beobachtung einer Langzeitkomponente
- ➔ Geringer Anteil des Radons wird im Körper gespeichert und langsamer abtransportiert
- Biologische Halbwertszeit λ_T in
 - Abdominaler Region: $20,7 \pm 3,1$ Min und $13,8 \pm 3,8$ h
 - Thorakaler Region: $47,8 \pm 30,9$ Min und $8,8 \pm 3,0$ h
- Dosiswerte für eine einstündige Exposition bei 55 kBq/m^3 und homogener Aktivität in Messregion
 - Abdomen: $1,55 \pm 0,33 \text{ } \mu\text{Gy}$
 - Thorax: $1,11 \pm 0,35 \text{ } \mu\text{Gy}$



Aktivitätsmessungen an einem Probanden (Papenfuß et al. 2022)

- Linearer Zusammenhang zw. $c(\text{Rn})$ und Dosis; Ausnahme: Exposition bei erhöhter physischer Aktivität des Probanden
- Dosis durch Radongas zu >80 % durch Langzeit-Komponente bestimmt
- Stärkere Langzeit- und schwächere Kurzzeit-Komponente im Abdomen
- Akkumulation der Zerfallsprodukte in Lunge, hohe Radonlöslichkeit im Fett

- Radontherapie
 - Pro Therapiedurchlauf wird bei einer Radonaktivitätskonzentration von 100 kBq/m^3 eine Dosis von $30 \mu\text{Gy}$ appliziert
 - Etwa jeder 2000. Zellkern wird von einem α -Teilchen getroffen
 - Bestrahlung einzelner Zellkerne kann nicht die direkte Ursache der Wirkung sein
 - Systemische Effekte, Non-targeted effects



Psoriasis und Radon

- Psoriasis:
 - chronisch-entzündliche Hauterkrankung
 - steht auf Indikationsliste für Radontherapie
 - bisher keine verwertbaren Studien zur Wirksamkeit im Zusammenhang mit Radon

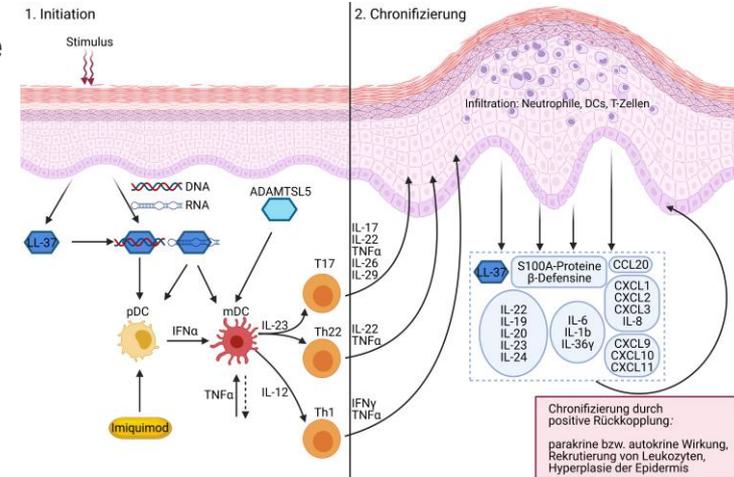


(Nestle et al. 2009)

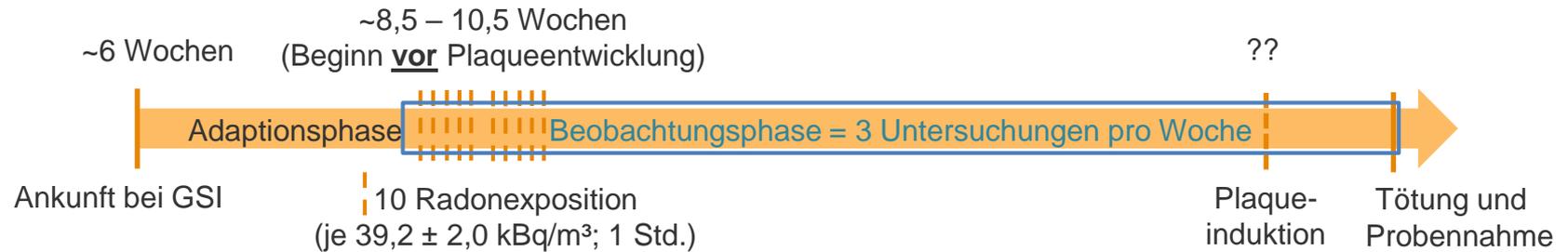
- Pathomechanismus der Psoriasis (Kim and Krüger 2017)

- 1) Initiation: Immunreaktion auf Autoantigene (dendritische Zellen (DCs), T-Zellen)
- 2) Chronifizierung: Reaktion von Keratinozyten

- Untersuchung der Wirkung von Radonexpositionen auf Psoriasis anhand eines Mausmodells:
DC-IL-17A^{ind/ind}-Mäuse entwickeln psoriatische Plaques in Woche 8-18 (Wohn et al. 2015)

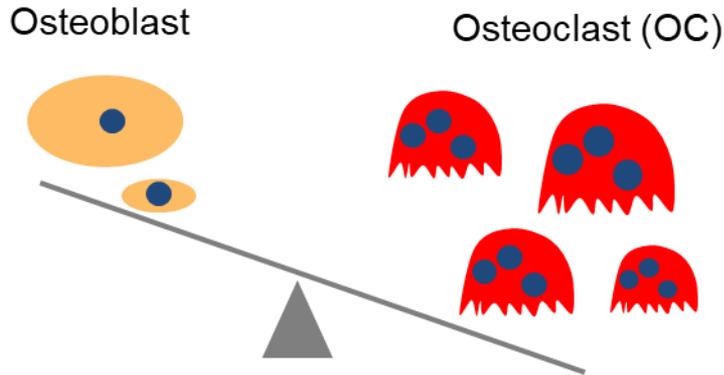


(Diss. S. Lerchl 2021)



→ Nach Radon:
Signifikant verzögertes Auftreten psoriatischer Hautirritationen

- Radon führt zu Schmerzreduktion in Patienten mit muskuloskeletalen Erkrankungen

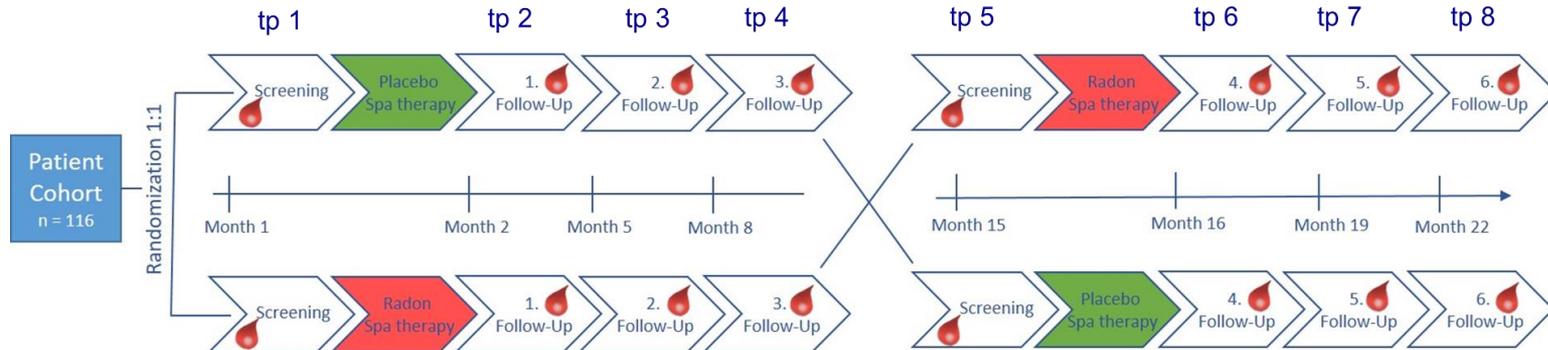


Welchen osteo-immunologischen Effekt hat die Radontherapie?

Sind die Effekte auf die Radonthermalbadtherapie zurückzuführen oder handelt es sich um einen Kureffekt?

- Nach Arzneimittelgesetz genehmigte Studie
- Durchgeführt als Badekur in Bad Steben
- Studie ist
 - Placebokontrolliert
 - Randomisiert
 - Doppelt verblindet

Ergebnisse noch nicht veröffentlicht



GREWIS-alpha



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



EURADON -
Verein Europäische Radonheilbäder e. V.

02NUK050

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit